

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06302495
 PUBLICATION DATE : 28-10-94

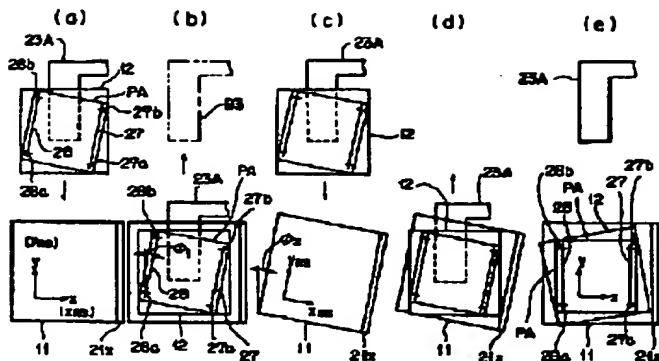
APPLICATION DATE : 13-04-93
 APPLICATION NUMBER : 05086066

APPLICANT : NIKON CORP;

INVENTOR : MURAKAMI SHIGEO;

INT.CL. : H01L 21/027 G03B 27/32 G03F 9/00
 G11B 5/31

TITLE : ALIGNMENT METHOD



ABSTRACT : PURPOSE: To accurately align a reticle at high speed by using a projection alignar which uses a slit-scan exposure system.

CONSTITUTION: When a reticle 12 is placed on a stage 11 for slightly driving a reticle by the use of a reticle arm 23A, and when the rotation angle ϕ_1 of the plotting area PA of the pattern of the retile 12 to the reticle coordinate system is larger than the allowable value, the retile 12 is taken out and the stage 11 for slightly driving the retile is turned in the direction of the rotation angle ϕ_1 by a mechanically limit angle ϕ_2 . After placing the retile 12 again on the stage 11 for slightly driving the retile, the retile is returned to be its original condition by rotating the stage 11 for slightly driving the retile in the reverse direction.

COPYRIGHT: (C)1994.JPO

(19)日本特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-302495

(13)公開日 平成6年(1994)10月28日

(51)Int.Cl.
H01L 21/027
G03B 27/32
G03F 9/00登録番号 廣内整理番号
F 8002-2K
II 7316-211
7,62-4M
7,62-4M

F 1

技術表示箇所

H01L 21/30
311 M
301 M

審査請求 未請求 請求項の数 3 O.L (全 14 頁) 最終頁に統く

(21)出願番号 特願平4-14884

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(22)出願日 平成5年(1993)4月13日

(72)発明者 西 健爾

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72)発明者 村上 成郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

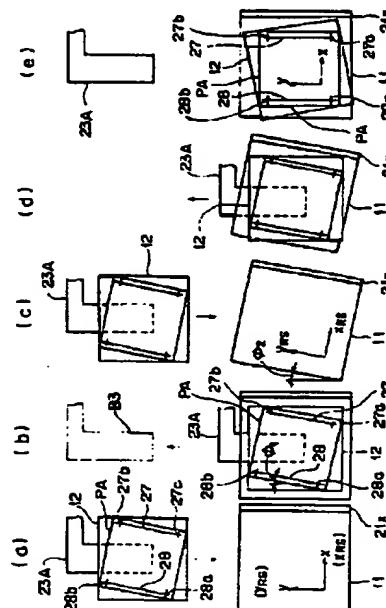
(74)代理人 弁理士 大森 恵

(51)【発明の名称】 アライメント方法

(57)【要約】

【目的】 スリットスキャナを用いた方式の投影露光装置において、レチクルのアライメントを高速かつ高精度に行う。

【構成】 レチクルアーム23Aでレチクル21を微小駆動ステージ11上にレチクル12を載置した際に、レチクル12のパターンの描画領域に入り、レチクル座標系に対する回転角φ₁が許容値より大きいときに、レチクル12を取り外してレチクル微小駆動ステージ11をその回転角φ₁の方向に機構上の限界角φ₂だけ回転する。そして、レチクル微小駆動ステージ11に再びレチクル12を載置した後に、レチクル微小駆動ステージ11を逆方向に回転して元の状態に戻す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域に対して相対的にマスクステージを介して転写用のパターンが形成されたマスクを走査し、該マスクの走査と同期して前記所定形状の照明領域に対して相対的に基板を走査することにより、前記マスク上にパターンを順次前記基板上に露光するための前処理として、前記マスクステージ側の座標系に対して前記マスクを位置決めする方法であって、

前記マスクとして、それぞれ2本の互いに交差する直線状パターンを有する第1及び第2の位置決め用マークが形成されたマスクを前記マスクステージ上に載置する第1工程と、

撮像手段の観察領域に対し前記マスク上の前記第1の位置決め用マーク上で前記2本の直線状パターンをそれぞれ交差する方向に相対的に移動させて、得られた画像データを処理することにより、該2本の直線状パターンの交点の前記マスクステージ側の座標系での座標を求める第2工程と、

撮像手段の観察領域に対し前記マスク上の前記第2の位置決め用マーク上で前記2本の直線状パターンをそれぞれ交差する方向に相対的に移動させて、得られた画像データを処理することにより、該2本の直線状パターンの交点の前記マスクステージ側の座標系での座標を求める第3工程と、

前記第1の位置決め用マークの前記2本の直線状パターンの交点の座標及び前記第2の位置決め用マークの前記2本の直線状パターンの交点の座標に基づいて前記マスクステージ側の座標系に対して前記マスクの位置合わせを行う第4工程と、を有することを特徴とするアライメント方法。

【請求項2】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域に対して相対的にマスクステージを介して転写用のパターンが形成されたマスクを走査し、該マスクの走査と同期して前記所定形状の照明領域に対して相対的に基板を走査することにより、前記マスク上にパターンを順次前記基板上に露光するための前処理として、前記マスクステージ側の座標系に対して前記マスクを位置決めする方法であって、

前記マスクとして位置決め用マークが形成されたマスクを前記マスクステージに載置する第1工程と、

前記位置決め用マークの座標を求めることにより、前記マスクステージ側の座標系に対する前記マスクの回転角を求める第2工程とを有し、該第2工程で求められた回転角が所定の許容値を超えた場合に更に、

前記マスクを前記マスクステージから取り出す第3工程と、前記マスクステージを前記第2工程で求められた回転角の方向に所定回転角だけ回転する第4工程と、

前記マスクステージに前記マスクを再び載置してから前記マスクステージに前記マスクを再び載置してから前記マスクステージを前記第4工程での回転方向と逆方向に回転させる第5工程と、を実行することを特徴とするアライメント方法。

【請求項3】 照明光で所定形状の照明領域を照明し、前記所定形状の照明領域に対して相対的にマスクステージを介して転写用のパターンが形成されたマスクを走査し、該マスクの走査と同期して前記所定形状の照明領域に対して相対的に基板を走査することにより、前記マスク上にパターンを順次前記基板上に露光するための前処理として、前記マスクステージ側の座標系に対して前記マスクを位置決めする方法であって、

前記マスクとして、位置決め用マークが形成されたマスクを前記マスクステージに載置する第1工程と、

前記位置決め用マークの座標を求ることにより、前記マスクステージ側の座標系に対する前記マスクの回転角を求める第2工程とを有し、該第2工程で求められた回転角が所定の許容値を超えた場合に更に、

前記マスクステージを前記第2工程で求められた回転角と逆の方向に所定回転角だけ回転する第3工程と、

前記マスクを前記マスクステージから取り出す第4工程と、

前記マスクステージを前記第3工程での回転方向と逆方向に回転させた後に、再び前記マスクを前記マスクステージに載置する第5工程と、を実行することを特徴とするアライメント方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばスリットスキャン露光方式の投影露光装置でレチクルの位置決めを行う場合に適用して好適なアライメント方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をフォトリソグラフィ工程で製造する際に、フォトマスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンを感光材が塗布された基板（ウエハ、ガラスプレート等）上に転写する投影露光装置が使用されている。従来の投影露光装置としては、ウエハの各ショット領域を順次投影光学系の露光フィールド内に移動させて、各ショット領域に順次レチクルのパターン像を露光するというステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置（ステッパー）が多く使用されていた。

【0003】 図9は従来のステッパーの要部を示し、この図9において、ウエハステージWSの上にウエハWが載置され、このウエハWの近傍のウエハステージWS上に基準マーク板FMが固定されている。そして、図示省略された照明光学系からの露光光ビームのもとで、レチクルステージRS上に保持されたレチクルR上のパターンの像が投影光学系PLを介して、ステップ・アンド・リピート方式でウエハW上の各ショット領域に投影露光される。この際、ウエハステージWSは、ウエハWを投影

光学系PLの光軸に垂直な面（この直交座標系をX軸及びY軸とする）内で位置決めするXYステージ、ウエハWを投影光学系PLの光軸に平行なZ方向に位置決めするZステージ及びウエハWを回転させる回転ステージ（0ステージ）等より構成されている。ウエハステージWS上には、外縁のレーザー干渉計71からの測長用のレーザービームを反射するための移動鏡73が取り付けられ、レーザー干渉計71は、ウエハステージWSのX座標、Y座標及び回転角θを計測し、これらの計測結果が主制御系75に供給される。

【0004】また、レチクルRのパターン領域の近傍には対向するように2個のアライメントマーク（レチクルマーク）RM1及びRM2が形成され、これらレチクルマークRM1及びRM2の投影光学系PLによる投影像とほぼ同じ間隔で、基準マーク板FM上には、それぞれ基準マークFM1及びFM2が形成されている。一般にレチクルRのパターンをウエハW上に露光する際には、予めウエハステージレチクルRをレチクルステージRS上に位置決めする必要があるが、そのために、レチクルRのレチクルマークRM1及びRM2の上にはそれぞれアライメント装置76L及び76Rが配置されている。

【0005】そのようなアライメント装置76L及び76Rを用いて、レチクルR上のレチクルマークRM1、RM2をおおまかにアライメントする手法につきを説明する。先ず、一方のアライメント装置76Lに関して、不図示の照明光学系からの露光光PLは、ハーフミラー77Lを介してレチクルRを照明し、レチクルRを透過した露光光は、投影光学系PLを介して、基準マーク板FM上にレチクルマークRM1の像を結像する。しかし、基準マーク板FM上はガラス面になっており、光は反射せず拡散してしまうため、基準マーク板FMからの反射光はアライメント装置76Lには仄らない。それに対して、ハーフミラー77Lを透過してレチクルRに達した露光光の内で、レチクルマークRM1で反射された露光光は、ハーフミラー77Lによって反射された後、レンズ78L、ミラー79L及びレンズ80Lを経て振動スリット板81Lのスリット上に、レチクルマークRM1の像を結像する。

【0006】レチクルマークRM1の像は図9の紙面に垂直な方向に長いパターンを含み、振動スリット板81Lは図9の紙面に平行な方向に振動する。振動スリット板81Lを透過した露光光は、第1リレーレンズ82L、ミラー83L及び第2リレーレンズ84Lを経て、受光系85Lで光電変換され、受光系85Lからの光電変換信号はアライメント装置86に供給される。アライメント装置86は、その光電変換信号を振動スリット板81Lの振動周波数と同じ周波数の信号で同期検波し、この結果得られたアライメント信号を主制御系75に供給する。主制御系75では、そのアライメント信号が所定の値（例えば0）になるように、レチクルステージR

Sを介してレチクルRの位置を調整する。これにより、レチクルRの一方のレチクルマークRM1のX方向の位置が、振動スリット板81Lのスリットの基準位置（例えば振動中心）に設定される。

【0007】また、他方のアライメント装置76Rは、上述のアライメント装置76Lを構成するレンズ77L～受光系85Lと対称に配置されたレンズ77R～受光系85Rより構成され、アライメント装置76Rの受光系85Rからの光電変換信号がアライメント装置86に供給される。アライメント装置86は、その光電変換信号を同期検波して得たアライメント信号（レチクルRの他方のレチクルマークRM2と他方の振動スリット板81Rのスリットとの位置ずれ量に対応する信号）を主制御系75に供給する。主制御系75は、レチクルRの他方のレチクルマークRM2のX方向の位置が、振動スリット板81Rのスリットの基準位置に設定される。

【0008】また、レチクルR上にはレチクルRのY方向及び回転方向（θ方向）の位置を計測するためのレチクルマークも形成され、これらY方向及びθ方向用のレチクルマーク上にもそれぞれアライメント装置が配置されている。そして、レチクルステージRSを介して例えばレチクルRをX軸及びY軸に対して斜めに走査し、X方向、Y方向又はθ方向のレチクルマークの内の検出されたマークから、アライメント信号を用いてクローズド・ループのサーボ系によりそのマークの位置を固定（ロック）し、順次それら全てのレチクルマークの位置を固定することにより、レチクルRのX方向、Y方向及びθ方向のおおまかなアライメントが行われる。

【0009】この場合、予め基準マーク板FM上の基準マークFM1、FM2及び他の基準マークを底部から露光光と同じ波長の光で照明し、それらの共役像をそれぞれ振動スリット板81L、81R及び他の振動スリット板上に投影することにより、振動スリット板81L、81R及び他の振動スリット板のスリットの位置決めをしておく。従って、振動スリット板81L、81R及び他の振動スリット板に対してレチクルRの位置決めを行うことにより、基準マーク板FMに対してレチクルRのアライメントを行うことができる。

【0010】また、従来のステッパーにおいては、レチクルRと基準マーク板FMとの間でアライメントが終了すれば、レチクルRを再び動かす必要がない。そこで、レチクルRのアライメント時には、レチクルRのX方向、Y方向及びθ方向への駆動ストロークを大きくとる構造を採用することができる。

【0011】
【発明が解決しようとする課題】近年、半導体素子等においてはパターンが微細化しているため、投影光学系の解像力を高めることが求められている。解像力を高めるための手法には、露光光の波長の短波長化、又は投影光学系の開口数の増大等の手法があるが、何れの手法を用

いる場合でも、従来例と同じ程度の露光フィールドを確保しようとすると、露光フィールドの全面で結像性能（ディストーション、像面弯曲等）を所定の精度に維持することが困難になってきている。そこで現在見直されているのが、所謂スリットスキャン露光方式の投影露光装置である。

【0012】このスリットスキャン露光方式の投影露光装置では、矩形状又は円弧状等の照明显領域（以下、「スリット状の照明显領域」という）に対してレチクル及びウエハを相対的に同期して走査しながら、そのレチクルのパターンがウエハ上に露光される。従って、ステッパー方式と同じ面積のパターンをウエハ上に露光するすれば、スリットスキャン露光方式では、ステッパー方式に比べて投影光学系の露光フィールドを小さくすることができ、露光フィールド内での結像性能の向上する可能性がある。更に、投影光学系の製造コストを抑える事ができ、この面でもスリットスキャン露光方式が有利である。

【0013】このようなスリットスキャン露光方式の投影露光装置においても、レチクルを交換した場合にはレチクルのアライメントを行う必要がある。しかしながら、露光中にレチクルを所定の方向に高精度で駆動するスリットスキャン露光方式においては、レチクルの位置を高精度でモニターするための、レチクル干渉計を搭載する必要があるので、レチクルのアライメント時に、レチクルのX方向、Y方向及びZ軸方向に駆動ストロークを大きくとることが望ましい。従って、従来のステッパーで使用されていたアライメント方法をそのままスリットスキャン露光方式の投影露光装置に適用することが困難であるという不都合があった。

【0014】また、一般にレチクルの外形に対するレチクルマークの電子ビームによる露光誤差は±0.5mm～±1mm程度であるが、その場合にレチクルを外形基準でレチクルステージ上に位置決めすると、レチクルの外形に対してパターン描画領域が輸入の傾斜角で傾斜すると、レチクル干渉計のレーザー干渉計の横ずれ量が干渉計のレシーバでの横ずれ量の値を越えてしまう。従って、レチクル干渉計の計測誤差を生じることなく、従来のアライメント方法でレチクルの露光誤差を全て補正することは困難であった。

【0015】更に、この様なレチクル干渉計を搭載した装置は、オープンループ制御により、レチクルを任意の位置に高精度で位置決めすることが可能である。そこで、従来のような同期検波によるクローズド・ループ制御に対して、オープンループ制御でレチクルマーク位置を高速に検出するアライメント方法を開発する必要性が生じている。

【0016】本発明は斯かる点に鑑み、スリットスキャン露光方式の投影露光装置において、レチクル（マスク）のアライメントを高速且つ高精度に行えるアライメ

ント方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明による第1のアライメント方法は、照明光で所定形状の照明显領域（32）を照明し、所定形状の照明显領域（32）に対して相対的にマスクステージ（10, 11）を介して転写用のパターンが形成されたマスク（12）を走査し、マスク（12）の走査と同期して所定形状の照明显領域（32）に対して相対的に基板（5）を走査することにより、マスク（12）上のパターンを順次基板（5）上に露光するための前処理として、マスクステージ（10, 11）側の座標系（x, y）に対してマスク（12）を位置決めする方法であって、マスク（12）として、それぞれ2本の互いに交差する直線状パターンを有する第1及び第2の位置決め用マーク（28, 27）が形成されたマスク（12）をマスクステージ（10, 11）上に載置する第1工程を有する。

【0018】更に、本発明は、撮像手段（20）の観察領域（20R, 1）をマスク（12）上の第1の位置決め用マーク（28）上でそれら2本の直線状パターンにそれぞれ交差する方向に移動させて、得られた画像データを処理することにより、それら2本の直線状パターンの交点（28a）のマスクステージ側の座標系（x, y）での座標を求める第2工程と、撮像手段（19）の観察領域をマスク（12）上の第2の位置決め用マーク（27）上でそれら2本の直線状パターンにそれぞれ交差する方向に相対的に移動させて、得られた画像データを処理することにより、それら2本の直線状パターンの交点のマスクステージ側の座標系（x, y）での座標を求める第3工程と、第1の位置決め用マーク（28）の2本の直線状パターンの交点（28a）の座標及び第2の位置決め用マーク（27）の2本の直線状パターンの交点（27a）の座標に基づいてマスクステージ（10, 11）側の座標系に対してマスク（12）の位置合わせを行う第4工程とを有するものである。

【0019】また、本発明による第2のアライメント方法は、照明光で所定形状の照明显領域（32）を照明し、所定形状の照明显領域（32）に対して相対的にマスクステージ（10, 11）を介して転写用のパターンが形成されたマスク（12）を走査し、マスク（12）の走査と同期して所定形状の照明显領域（12）に対して相対的に基板（5）を走査することにより、マスク（12）上のパターンを順次基板（5）上に露光するための前処理として、マスクステージ（10, 11）側の座標系（x, y）に対してマスク（12）を位置決めする方法であって、マスク（12）として位置決め用マーク（28）が形成されたマスク（12）をマスクステージ（10, 11）に載置する第1工程（図8(a)）と、位置決め用マーク（28）の座標を求めることにより、マスクステージ（10, 11）側の座標系（x, y）に対す

るマスク (12) の回転角 ϕ_1 を求める第2工程 (図8 (b)) とを有する。

【0020】そして、この第2工程で求められた回転角 ϕ_1 が所定の許容値を超えた場合に更に、マスク (12) をマスクステージ (10, 11) から取り出す第3工程 (図8 (b)) と、マスクステージ (10, 11) をその第2工程で求められた回転角の方向に所定回転角 ϕ_2 だけ回転する第4工程 (図8 (c)) と、マスクステージ (10, 11) にマスク (12) を再び載置してからマスクステージ (10, 11) をその第4工程での回転方向とそり回転させる第5工程 (図8 (c)) とを実行するものである。

【0021】尚、この第2のアライメント方法では、マスク (12) をマスクステージ (10, 11) から取り出した後に、第1工程でマスクステージ (10, 11) を回転させているが、マスクステージ (10, 11) を回転させた後にマスク (12) をマスクステージ (10, 11) から取り出す動作でも同様にアライメントを行うことができる。これが本発明の第3のアライメント方法である。すなはち、このようにマスクステージ (10, 11) を回転させた後にマスク (12) をマスクステージ (10, 11) から取り出す場合には、第3工程及び第5工程でのマスクステージ (10, 11) の回転方向がそれぞれ第2のアライメント方法における第1工程及び第5工程での回転方向と逆になる。更に、第5工程においても、第2のアライメント方法ではマスクステージ (10, 11) を回転させた後に、マスク (12) をマスクステージ (10, 11) に載置することになる。

【0022】

【作成】尚からしを発明の第1のアライメント方法において、マスク (12) をマスクステージ (10, 11) に対して何をば何を基準で載置すると、撮像手段 (20, 19) の観察領域が第1及び第2の位置決め用マーク (28, 27) のそれぞれの交点の直線上に設置される。その後、マスクステージ (10, 11) を駆動して第1及び第2の位置決め用マーク (28, 27) の直線状パターンに交する方向でマスク (12) をステッピング的に走査すると、図4-1に示すように、撮像手段 (20, 19) の観察領域を、それぞれ第1及び第2の位置決め用マーク (28, 27) の直線状パターンが横切るため、その観察領域内の画像データを処理することにより、第1及び第2の位置決め用マーク (28, 27) のそれぞれの直線状パターンの交点の座標が検出される。これら交点の座標よりマスク (12) 内に描画されたパターンとマスクステージ (10, 11) 側の座標系 (x, y) との位置関係を求め、その位置関係に基づいてマスク (12) のアライメントを行う。

【0023】また、第2のアライメント方法によれば、位置決め用マーク (28) の座標から求めたマスクステージ (10, 11) 側の座標系 (x, y) に対するマス

ク (12) の回転角 ϕ_1 が所定の許容値を超えた場合には、一旦マスク (12) をマスクステージ (10, 11) から取り外す。そして、例えばマスクステージ (10, 11) をその回転角 ϕ_2 の方向に、回転限度角等の回転角 ϕ_2 だけ回転した後、再びそのマスクステージ (10, 11) 上にマスク (12) を載置する。そして、マスクステージ (10, 11) を逆方向に回転角 ϕ_2 だけ回転した後、再びマスク (12) のマスクステージ (10, 11) に対する回転角を計測する。

【0024】その回転角がまだ許容値を超えている場合には、マスク (12) を取り外してマスクステージ (10, 11) を回転する動作を繰り返し、その回転角が許容値内である場合には、マスクステージ (10, 11) を介してマスク (12) の描画領域の方向をマスクステージ側の座標系 (x, y) に合わせる。これにより、スリットスキャニング方式でマスクステージ (10, 11) の走査方向と直交する方向の移動量や回転角を大きくすることができない場合でも、マスク (12) のアライメントを高精度に行うことができる。なお、マスク (12) をマスクステージ (10, 11) から取り外した後に、マスクステージ (10, 11) 側を回転する代わりにマスク (12) を保持するマスクローダ側を回転させても同様である。

【0025】また、第3のアライメント方法によれば、先ず第3工程でマスク (12) をマスクステージ (10, 11) に載置した状態でマスクステージ (10, 11) を逆方向に回転した後、マスク (12) を取り出す。これによりマスク (12) の回転角はほぼ許容回転角になる。その後、マスクステージ (10, 11) の回転角をほぼ元の回転角に戻した後、マスク (12) がマスクステージ (10, 11) 上に載置される。

【0026】

【実施例】以下、本発明によるアライメント方法の一実施例につき図面を参照して説明する。本実施例は、スリットスキャニング方式の投影露光装置でレチクルをレチクルステージ上に位置決めする場合に、本発明を適用したものである。図1は本実施例の投影露光装置を示し、この図1において、図示省略された照明光学系からの露光光E1による矩形の照明領域（以下、「スリット状の照明領域」という）によりレチクル12上のパターンが照明され、そのパターンの像が投影光学系8を介してウエハ5上に投影露光される。この際に、露光光E1のスリット状の照明領域に対して、レチクル12が図1の紙面に対して前方向（又は後方向）に一定速度Vで走査されるのに同期して、ウエハ5は図1の紙面に対して後方向（又は前方向）に一定速度V/β（1/βは投影光学系8の縮小倍率）で走査される。

【0027】レチクル12及びウエハ5の駆動系について説明するに、レチクル支持台9上にY軸方向（図1の紙面に垂直な方向）に駆動自在なレチクルY駆動ステー

ジ10が載置され、このレチクルY駆動ステージ10上にレチクル微小駆動ステージ11が載置され、レチクル微小駆動ステージ11上にレチクル12が真空チャック等により保持されている。レチクル微小駆動ステージ11は、投影光学系8の光軸に垂直な面内で図1の紙面に平行なX方向、Y方向及び回転方向(θ方向)にそれぞれ微小量だけ且つ高精度にレチクル12の位置制御を行う。レチクル微小駆動ステージ11上には移動鏡21が配備され、レチクル支持台9上に配備された干渉計14によって、常時レチクル微小駆動ステージ11のX方向、Y方向及びθ方向の位置がモニターされている。干渉計14により得られた位置情報S1が主制御系22Aに供給されている。

【0028】一方、ウエハ支持台1上には、Y軸方向に駆動自在なウエハY軸駆動ステージ2が載置され、その上にX軸方向に駆動自在なウエハX軸駆動ステージ3が載置され、その上にZθ軸駆動ステージ4が設けられ、このZθ軸駆動ステージ4上にウエハ5が真空吸着によって保持されている。Zθ軸駆動ステージ4上にも移動鏡7が固定され、外部に配備された干渉計13により、Zθ軸駆動ステージ4のX方向、Y方向及びθ方向の位置がモニターされ、干渉計13により得られた位置情報も主制御系22Aに供給されている。主制御系22Aは、ウエハ駆動装置22B等を介してウエハY軸駆動ステージ2～Zθ軸駆動ステージ4の位置決め動作を制御すると共に、装置全体の動作を制御する。

【0029】また、ウエハ側の干渉計13によって計測される座標により規定されるウエハ座標系と、レチクル側の干渉計14によって計測される座標により規定されるレチクル座標系の対応をとるために、Zθ軸駆動ステージ4上のウエハ5の近傍に基準マーク板6が固定されている。この基準マーク板6上にはアライメント用の各種基準マークが形成されている。これらの基準マークの中にはZθ軸駆動ステージ4側に導かれた照明光により裏側から照明されている基準マーク、即ち発光性の基準マークがある。

【0030】本例のレチクル12の上方には、基準マーク板6上の基準マークとレチクル12上のマークとを同時に観察するためのレチクルアライメント顕微鏡19及び20が装備されている。この場合、レチクル12からの検出光をそれぞれレチクルアライメント顕微鏡19及び20に導くための偏向ミラー15及び16が移動自在に配置され、露光シーケンスが開始されると、主制御系22Aからの指令のもとで、ミラー駆動装置17及び18によりそれぞれ偏向ミラー15及び16は待避される。更に、投影光学系8のY方向の側面部に、ウエハ5上のアライメントマーク(ウエハマーク)を観察するためのオフ・アクシスのアライメント装置34が配備されている。

【0031】次に、本例の投影露光装置において、ウエハ5

ハ5及びレチクル12をロードしてからアライメントを終了するまでのシーケンスにつき説明する。先ずレチクルローダー(後述)上にて外形基準でレチクル12のブリアライメントを行う。図2は、図1のレチクル微小駆動ステージ11上にレチクル12を搬送する為のレチクルローダ系を示し、この図2のレチクルローダーは、2個のレチクルアーム23A及び23Bと、これらレチクルアーム23A、23Bに連結されたアーム回転軸25と、このアーム回転軸25を回転させる回転機構26とより構成されている。レチクルアーム23A及び23Bのレチクル載置面にはそれぞれ真空吸着用の溝21A及び21Bが形成されており、レチクルアーム23A及び23Bはアーム回転軸25を介してそれぞれ独立に回転できるように支持されている。

【0032】レチクル12のロード時には、位置A3で他のレチクル搬送機構(不図示)よりレチクル12がレチクルアーム23A上に受け渡される。この際に他方のレチクルアーム23Bは、例えば前工程で使用されたレチクルの搬出に使用されている。次に位置A3の近傍に設置されたレチクル外形ブリアライメント機構(不図示)によって、レチクルアーム23A上でレチクル12が外形基準で一定の精度にアライメントされた後、レチクル12はレチクルアーム23A上に真空吸着される。次に、回転機構26がアーム回転軸25を介してレチクルアーム23Aを回転させて、Y方向(図1のレチクル微小駆動ステージ11の方向)の位置B3までレチクル12を搬送する。

【0033】このとき、真空吸着用の溝21Aは、レチクル微小駆動ステージ11上の吸着位置と直交した方向で、且つレチクル12のバーン領域外の位置にあるので、レチクル微小駆動ステージ11が走査方向であるy方向の前部に移動した状態で、レチクルアーム23Aはレチクル微小駆動ステージ11上にレチクル12を自由に出し入れできるようになっている。レチクル微小駆動ステージ11(図1参照)上にレチクル12が達すると、アーム回転軸25は-Z方向に下がり、レチクル微小駆動ステージ11上の真空吸着面にレチクル12が載置され、レチクル12の受け渡し完了後にレチクルアーム23Aが退避する。その後、レチクル微小駆動ステージ11が位置C3の方向にレチクル12を搬送していく。この際に、レチクルアーム23Aと23Bとは独立に駆動され、例えばそれがレチクルロードとレチクルアンロードとを同時にを行うことで、レチクル交換速度が向上している。

【0034】次にレチクル12のアライメントを行うが、そのための機構及び動作につき説明する。図3(a)はレチクル12上のアライメントマーク(レチクルマーク)の配置を示し、図3(b)はレチクル上で投影光学系の有効露光フィールドと共に領域33R内の、スリット状の照明領域32等を示す。走査方向を

11

y 方向として、 y 方向に垂直な方向を x 方向とする。図 3 (a) において、レチクル 12 上の中央部の被転写パターンが形成された領域の周囲には遮光部 31 が形成され、この遮光部 31 の外側に形成されているレチクルマークは、ラフサーチ用アライメントマーク 27 及び 28 と、ファインアライメントマーク 29 A ~ 29 D 及び 30 A ~ 30 D とに分けられる。右辺側のラフサーチ用アライメントマーク 27 は、走査方向である y 方向に沿つて長い直線状パターンと、この直線状パターンの両端部に形成された十字パターンとより形成され、 y 方向の両端に交点 27 a 及び 27 b が形成されている。左辺側のラフサーチ用アライメントマーク 28 は、右辺側のラフサーチ用アライメントマーク 27 と対称的に構成され、 y 方向の両端に交点 28 a 及び 28 b が形成されている。

【0035】また、右辺側の遮光部 31 とラフサーチ用アライメントマーク 27 の一方の十字パターンとの間に、 y 方向に近接してファインアライメントマーク 29 A, 29 B が形成され、右辺側の遮光部 31 とラフサーチ用アライメントマーク 27 の他方の十字パターンとの間に、 y 方向に近接してファインアライメントマーク 29 C, 29 D が形成されている。これらファインアライメントマーク 29 A ~ 29 D と対称的に左辺側にファインアライメントマーク 30 A ~ 30 D が形成されており、これらファインアライメントマーク 29 A ~ 29 D 及び 30 A ~ 30 D は、それぞれ図 3 (c) に示すように、3 本の直線状パターンを x 方向に所定間隔で 2 組配列すると共に、3 本の直線状パターンを y 方向に所定間隔で 2 組配列したものである。

【0036】そして、レチクル 12 がレチクル微小駆動ステージ 11 上に載置された後に、図 3 (a) の左辺側のラフサーチ用アライメントマーク 28 を図 1 のレチクルアライメント頭微鏡（以下、「RA頭微鏡」という）20 で検出する。図 3 (b) は、この場合の RA頭微鏡 19 及び 20 のレチクル 12 上での観察領域 19 R 及び 20 R を示し、レチクル 12 のおおまかなサーチ（ラフサーチ）を行う際には、ラフサーチ用アライメントマーク 27 及び 28 は、それぞれ観察領域 19 R 及び 20 R よりも外側であり、且つ有効露光フィールドと共に領域 33 R よりも外側にある。これは、ラフサーチの為にラフサーチ用アライメントマーク 27, 28 は大きくしておく必要があるが、それに合わせて投影光学系の露光フィールドを大きくすると、コストアップになる為である。そこで本例でラフサーチを行う際の手順につき図 4 を参照して説明する。

【0037】図 4 (a) は、ランサーチ用アライメントマーク 28 の一方の十字パターンの近傍の拡大図、図 4 (b) は図 4 (a) を縮小した図であり、この図 4 (a) 及び (b) において、RA頭微鏡 20 の正方形の有効視野 20 R, 1 の x 方向及び y 方向の幅を W として、

12

レチクル 12 の外形に対するパターンの描画誤差と設置誤差との和の設計値を ΔR とする。従って、図 4 (b) に示すように、幅 ΔR の正方形の領域内にラフサーチ用アライメントマーク 28 の一方の十字パターンの交点 28 a が必ず含まれている。検出対象はその十字パターンの交点 28 a の x 座標及び y 座標であるが、本例ではそのアライメントマーク 28 の交点 28 a を通る 2 直線に対して 45° で交差する方向に、レチクル微小駆動ステージ 11 を介してレチクル 12 をステッピングさせることにより、その交点 28 a の近傍で相対的に x 軸及び y 軸に斜めにその幅 W の有効視野 20 R, 1 を走査する。そして、その斜め走査の際にその交点 28 a を通る 2 直線がその有効視野 20 R, 1 内の基準点を横切ったときのレチクル微小駆動ステージ 11 の x 座標及び y 座標として、その交点 28 a の x 座標及び y 座標を求める。

【0038】そのためには、正の実数 a の整数部を INT (a) で表すものとして、その幅 ΔR の正方形の領域を幅 W の有効視野 20 R, 1 で走査する最低の回数であるサーチ画面数は、 $\lceil INT(\Delta R/W) + 1 \rceil$ となる。20 このサーチ画面数を予め求めておく。そして、図 4 (b) に示す有効視野 B 5 をほぼ中心としたその幅 ΔR の正方形の領域に、 x 軸及び y 軸に対して 45° の方向に端部が少しずつ重なるように、それぞれ幅 W の $\lceil INT(\Delta R/W) + 1 \rceil$ 個の有効視野 A 5, B 5, C 5, ……を設定し、図 1 のレチクル微小駆動ステージ 11 をオープン・ループ制御でステッピング方式で駆動して、各有效視野を順次図 5 (a) の有効視野 20 R, 1 内に設定しながら、各有效視野内の画像をサンプリングする。

【0039】図 4 (b) に示すように、少なくとも幅 $\Delta R \times \Delta R$ のサーチ範囲中にサーチ対象のアライメントマーク 28 の交点 28 a は存在し、サーチ範囲に対して十分にアライメントマーク 28 が大きい。従って、このアライメントマーク 28 に対して斜め方向に有効視野をステップ送りすれば、最小の画面数で、アライメントマーク 28 の交点 28 a の座標を検出できることが分かる。そのときの画像処理は、撮像された画面内の全ラインの走査線を加算して得られる画像信号に対する一次元画像処理でよい。

【0040】図 5 は、そのように全ラインの走査線を加算して得られた種々の画像信号を示し、図 5 (a) 及び (d) は図 4 (b) の有効視野 A 5 で得られる x 方向及び y 方向に沿う画像信号、図 5 (b) 及び (e) は図 4 (b) の有効視野 B 5 で得られる x 方向及び y 方向に沿う画像信号、図 5 (c) 及び (f) は図 4 (b) の有効視野 C 5 で得られる x 方向及び y 方向に沿う画像信号である。図 5 (b) の画像信号から交点 28 a の x 座標が求められ、図 5 (f) の画像信号から交点 28 a の y 座標が求められる。同様に、RA頭微鏡 20 により、図 3 (a) に示すラフサーチ用アライメントマーク 28 の他方の十字パターンの交点 28 b の x 座標及び y 座標が検

出される。

【0041】この様にしてアライメントマーク28の両端の十字パターンの交点28a, 28bの2次元座標を検出した後に、今度はRA頭微鏡19の観察領域にラフサーチ用アライメントマーク27を移動して、同様にそのアライメントマーク27の両端の十字パターンの交点27a, 27bの2次元座標を検出する。但し、この場合、図1の基準マーク板6のパターンの無い部分を投影光学系8の露光フィールド内に移動して、そのパターンの無い部分を露光から照明しておく。このように基準マーク板6から射出される照明光により、それらラフサーチ用アライメントマーク27及び28を裏面側から照明する。

【0042】以上のシーケンスで、図3 (b) のRA頭微鏡19及び20の観察領域19R及び20Rに対するランサーチ用アライメントマーク27及び28の位置関係、及びレチクル座標系に対するアライメントマーク27, 28の位置関係を求めることができる。また、RA頭微鏡の観察領域19R及び20Rとウエハ座標系とのよりなじみやすい材料では、図1の基準マーク板6上の基準マークをRA頭微鏡19及び20で計測することにより行うことができる。これにより、ファインアライメントマーク29A～29D及び30A～30Dと、基準マーク板6との基準マーク(後述)とが重ならない程度の、大きなかなりアライメント(ラファライメント)が終了する。

【0043】更に、本例では、投影光学系8のレンズ径を小さくするために、レチクル12上のアライメントマークをツワード用アライメントマークとファインアライメントマークとに分けているが、投影光学系8のレンズ径を大きくしても良い場合は、それらラフサーチ用アライメントマークとファインアライメントマークとを共通マークにすることができる。この場合でも、図4に示したように、斜め方向にマーク通りしてアライメントマークをサーチする方法は通用でき、RA頭微鏡19及び20でアライメントマークのサーチを同時に行うこともできる。

【0044】次に、ファインアライメントのシーケンスについて説明するが、その前にウエハステージ及びレチクルステージの詳細な構成について説明する。図6 (a) はウエハステージの平面図であり、この図6 (a) において、Zθ軸駆動ステージ1の上にウエハ5及び基準マーク板6が配置されている。また、Zθ軸駆動ステージ1上には、X軸用移動鏡7X及びY軸用移動鏡7Yが固定され、ウエハ5上で図3 (b) のスリット状の照明領域32に対応するスリット状の照明領域32Wが露光光で照明され、観察領域19W及び20Wがそれぞれ図3 (b) の観察領域19R及び20Rと共に役である。

【0045】移動鏡7Xには、X軸に平行で且つそれぞれ投影光学系の光軸及びアライメント装置34の基準点

を通る光路に沿って間隔1LでレーザービームLWX及びLWY1が照射され、移動鏡7Yには、Y軸に平行な光路に沿って間隔1Lで2本のレーザービームLWY1及びLWY2が照射されている。露光時には、Zθ軸駆動ステージ4のX座標として、レーザービームLWXを用いる干渉計で計測された座標値が使用され、Y座標としてレーザービームLWY1及びLWY2をそれぞれ用いる干渉計で計測された座標値Y1及びY2の平均値(Y1+Y2)/2が用いられる。また、例えば座標値Y1とY2との差分からZθ軸駆動ステージ4の回転方向(θ方向)の回転量が計測される。それらの座標に基づいて、Zθ軸駆動ステージ4のXY平面の位置及び回転角が制御される。

【0046】特に、走査方向であるY方向は2個の干渉計の計測結果の平均値を用いて、走査時の傾き等による精度劣化を防いでいる。また、オフ・アクシスのアライメント装置34を使用する場合のX軸方向の位置は、所謂アッペ誤差が生じない様に、レーザービームLWY1を使用する専用干渉計の計測値に基づいて制御する構成である。

【0047】図6 (b) は、レチクルステージの平面図であり、この図6 (b) において、レチクルY駆動ステージ10上にレチクル微小駆動ステージ11が載設され、その上にレチクル12が保持されている。また、レチクル微小駆動ステージ11にはX軸用の移動鏡21X及びY軸用の2個の移動鏡21y1, 21y2が固定され、移動鏡21XにはX軸に平行に2本のレーザービームLRY1, LRY2が照射され、移動鏡21y1, 21y2にはそれぞれY軸に平行にレーザービームLRY1, LRY2が照射されている。

【0048】ウエハステージと同様に、レチクル微小駆動ステージ11のY方向の座標は、レーザービームLRY1及びLRY2を使用する2個の干渉計で計測された座標値y1及びy2の平均値(y1+y2)/2が用いられる。また、X方向の座標は、レーザービームLRYを用いる干渉計で計測された座標値が使用される。また、例えば座標値y1とy2との差分からレチクル微小駆動ステージ11の回転方向(θ方向)の回転量が計測される。

【0049】この場合、走査方向であるY方向の移動鏡21y1, 21y2としてはコーナキューブ型の反射要素が使用されており、移動鏡21y1, 21y2で反射されたレーザービームLRY1, LRY2はそれぞれ反射ミラー39, 38で反射されて戻されている。即ち、そのレチクル用のY軸用の干渉計はダブルバス干渉計であり、これによって、レチクル微小駆動ステージ11の回転によるレーザービームの位置ずれが生じない構成になっている。また、ウエハステージ上と同様に、レチクル12上にスリット状の照明領域32及びRA頭微鏡19, 20の観察領域19R, 20Rが配設されている。

15

そして、観察領域 $19R$ 及び $20R$ だけから、レチクル12と図6(a)の $Z\theta$ 軸駆動ステージ4を観察できる様になっている。この様にレチクル12と $Z\theta$ 軸駆動ステージ4との関係を計測して露光時のアライメント精度及びレチクル12とウエハ5との回転精度を向上させることができる。

【0050】また、図6(a)に示すように、 $Z\theta$ 軸駆動ステージ1上の基準マーク板6には、図3(a)に示すレチクル12のファインアライメントマーク $29A\sim29D$ 及び $30A\sim30D$ に対応する基準マークが形成されている。そして、基準マーク板6上の基準マークと対応するレチクル12のファインアライメントマークとをRA頭微鏡19、20で観察することにより両マークの位相ずれ量が求められ、この位相ずれ量に基づいてレチクル12の高精度なアライメント(ファインアライメント)が行われる。

【0051】次に、本例のレチクル12をレチクル微小駆動ステージ11上に載置した場合の回転角の許容値につき検討する。そのため、図6(b)に示すようにレチクル12が載置されるレチクル微小駆動ステージ11の x 方向の座標を計測するための干渉計の構成の一部につき図7を参照して説明する。図7(a)に示すように、 x 軸用の干渉計(図示省略)から偏光ビームスプリッター70に対してP偏光のレーザービーム LRx が照射される。このレーザービーム LRx は、偏光ビームスプリッター70の接合面70aを透過した後、 $1/4$ 波長板71を通過して円偏光の状態で x 軸用の移動鏡21xに入射する。そして、移動鏡21xで反射されたレーザービーム LRx は、 $1/4$ 波長板71を経てS偏光の状態で偏光ビームスプリッター70の接合面70aで反射されて、コーナーキューブ72に向かう。このコーナーキューブ72で反射されたレーザービーム LRx は、偏光ビームスプリッター70の接合面70aで反射され、 $1/4$ 波長板71を経て円偏光の状態で移動鏡21xに入射する。

【0052】その後、移動鏡21xで反射されたレーザービーム LRx は、 $1/4$ 波長板71を経てP偏光の状態で偏光ビームスプリッター70の接合面70aに入射し、接合面70aを透過したレーザービーム LRx が不図示の x 軸用の干渉計のレシーバに戻される。即ち、移動鏡21xが x 方向に Δx だけ変位すると、レーザービーム LRx の光路長は $1 + \Delta x$ だけ変化するため、このレチクル側の x 軸用の干渉計も、ダブルバス干渉計として動作する。この場合、その干渉計から射出されるレーザービーム LRx とその干渉計に戻されるレーザービーム LRx との y 方向の中点と、コーナーキューブ72の頂点との y 方向の間隔を L_a 、移動鏡21xからコーナーキューブ72の頂点までの x 方向の間隔を L_b とすると、移動鏡21xで反射されてから偏光ビームスプリッター70の接合面70aを透過するまでにレーザービー

50

16

ム LRx が通過する距離 L は、次式のようになる。

$$L_1 = L_a + L_b \quad (1)$$

【0053】この際、図7(b)に示すように、入射するレーザービーム LRx に垂直な面に対して、移動鏡21xの反射面が図7(b)に垂直な軸を中心として角度 θ で大きく回転すると、干渉計に戻されるレーザービーム LRx の y 方向の位置は、角度 θ が 0 の場合に対して間隔 ΔL だけ横ずれする。その間隔 ΔL は、上記の距離 L_1 を用いて次のように表すことができる。

$$\Delta L = L_1 \cdot \theta \quad (2)$$

【0054】従って、移動鏡21xの回転角 θ が許容値 θ_1 を超えると、干渉計のレシーバに入射するレーザービーム LRx の横ずれ量 ΔL が所定の許容量を超えて、レファレンスビームと測長用のレーザービーム LRx とが十分に重ならなくなり、干渉計の測長エラーとなってしまう。この場合、干渉計エラーとならない回転角の許容値 θ_1 を予め求めめておき、レチクル12のラフアライメント時にレチクル12の回転誤差がその許容値 θ_1 を超えないようにする必要がある。また、移動鏡21xが回転する場合とは、レチクル12のパターンの描画領域が、レチクル側の干渉計の計測値で規定されるレチクル座標系に対して回転している際に、レチクル微小駆動ステージ11をその回転角を相殺する方向に回転することにより生じる。従って、移動鏡21xの回転角 θ を許容値 θ_1 以下に収めるためには、レチクル12のラフアライメント時に、レチクル12のパターンの描画領域のレチクル座標系に対する回転角をその許容値 θ_1 以下に収める必要がある。

【0055】本例では、レチクル12をレチクル微小駆動ステージ11上に載置する際に、レチクル12のパターンの描画領域の回転角をその許容値 θ_1 以下に収めるようにしているが、以下でその手法につき図8を参照して説明する。先ず、図8(a)に示すようにレチクルのローディングの初期状態では、レチクルアーム23A上にレチクル12が外形基準で位置決めされて真空吸着されている。説明の便宜上、レチクル12の外形に対してパターンの描画領域PAを大きく傾けてある。この場合、図6(b)のレーザービーム LRx に平行な方向に x 軸を、レーザービーム $LRy1$ 及び $LRy2$ に平行な方向に y 軸を取り、これら x 軸及び y 軸によりレチクル座標系を形成する。そして、その描画領域PAの傾きを、一方のラフサーチ用アライメントマーク27の両端の2つの交点27a及び27bを通る直線(又は他方のラフサーチ用アライメントマーク28の両端の2つの交点28a及び28bを通る直線)とレチクル座標系の y 軸との交差角で表す。また、この初期状態において、 x 軸及び y 軸に対してそれぞれ平行にレチクル微小駆動ステージ11上に x 軸及び y 軸を取る。

【0056】その後、図8(b)に示すように、レチクルアーム23Aによりレチクル微小駆動ステージ11上

にレチクル12を搭載した後、位置B3にレチクルアーム23Aへを待避させる。この状態で、上述のラフアライメントをアライメントマーク27及び28に対して実行し、レチクル12の描画領域PAのレチクル座標系のy軸に対する回転角（回転誤差） ϕ を計測する。その回転角 ϕ は、例えばアライメントマーク27の両側の交点27a及び27bを結ぶ直線とy軸とがなす角度として求められる。説明の便宜上、描画領域PAは、y軸に対して時計方向に回転しているものとする。

【0057】そして、回転角 ϕ が許容値 θ_1 を超えている場合には、図8(c)に示すように、レチクルアーム23Aを用いてレチクル微小駆動ステージ11からレチクル12を一度取り外す。次に、その回転角 ϕ の方向に、機構上の回転角の限界角 ϕ だけレチクル微小駆動ステージ11を回転する。即ち、レチクル微小駆動ステージ11上のy₁₁軸はy軸に対して時計方向に限界角 ϕ だけ回転する。その後、図8(d)に示すように、レチクルアーム23Aを用いて再びレチクル微小駆動ステージ11上にレチクル12を搭載する。そこで、レチクル微小駆動ステージ11を、y軸に対して反時計方向に限界角 ϕ だけ回転して、元の位置に戻す。これにより、図8(c)に示すように、レチクル12の描画領域PAのレチクル座標系のy軸に対する角度は、許容値 θ_1 より小さくなる。

【0058】なお、図8(c)の状態でもレチクル12の描画領域PAのレチクル座標系のy軸に対する角度が許容値 θ_1 を超えている場合には、再び図8(c)～(e)の動作を繰り返せばよい。レチクル微小駆動ステージ11を1回転させる動作により、許容値 θ_1 の2倍の回転誤差をもつレチクルまでその回転誤差を許容値 θ_1 以内にすることができる。更に、レチクル微小駆動ステージ11を回転させて元に戻す動作をn回（nは2以上の整数）繰り返すことにより、レチクル12の初期状態の回転誤差が如何に大きくとも、最終的にレチクル12の描画領域PAの回転誤差を許容値 θ_1 以内に収めることができる。その後、上述のファインアライメントを行うことにより、レチクル12のアライメントが完了する。

【0059】なお、レチクル12の描画領域PAの回転角 ϕ が、 $\theta_1 < \phi \leq \theta_2$ を満足する場合には、レチクル微小駆動ステージ11を機構上の限界角 ϕ だけ回転する代わりに、その描画領域PAの回転角 ϕ 分だけ回転するようにしてても良い。上述のように本例においては、レチクル12を斜め方向にステッピングさせて、画像処理系を用いてレチクルマークの位置検出を行うので、スリットスキャン露光方式の投影露光装置のレチクルのラフアライメント時の計測が可能となる。更に、本例ではファインアライメント用の画像処理系をラフアライメント用にも兼用して、図9のような同期検波方式のアライメント系に必要なサーボ制御系を取り外したの

で、構成が単純化され、製造コストを低減できる。また、レチクル12の描画領域の回転角が許容値外だった場合に、レチクル12をレチクル微小駆動ステージ11から取り外し、レチクル微小駆動ステージ11を回転させてから再びレチクル12を搭載するシーケンスを取り入れたことにより、レチクルアライメントができないという不都合が解消されている。

【0060】なお、上述実施例では、図8(b)及び(c)に示すように、レチクル12をレチクル微小駆動ステージ11から取り出した後に、レチクル微小駆動ステージ11を回転角 ϕ だけ回転しているが、予めレチクル微小駆動ステージ11を $-\phi$ だけ回転した後に、レチクル12を取り出すようにしても良い。この場合には、図8(d)及び(e)に対応する動作として、レチクル微小駆動ステージ11を回転角 ϕ だけ回転させて元の状態にした後、このレチクル微小駆動ステージ11上にレチクル12を再び載置する。この方法でも、レチクル12の描画領域の回転角を許容値内に収めができる。

【0061】また、上述実施例では、図8に示すように、レチクル12のパターンの描画領域PAのレチクル座標系に対する回転角が許容値を超えた場合に、レチクル微小駆動ステージ11側を回転させているが、レチクル12を取り外したレチクルアーム23A側で、そのレチクル12をその回転角と逆方向に回転させても良い。そのためには、レチクル12をレチクルアーム23A上で回転させるための回転機構を別途設けてもよい。

【0062】また、外形基準に対する同じ傾向のレチクル描画誤差を持つレチクルに対して、予めそのレチクル描画誤差に起因する回転誤差を認識しておき、その回転誤差で定まる軸の方向にレチクル微小駆動ステージ11を駆動するようにもしても良い。これにより、レチクルのレチクル微小駆動ステージ11上への載せ直しを行う必要がなくなる。更に、回転誤差に起因してスリットスキャン露光時に非スキャン方向に少しづつ移動鏡21xをずらしていくことによる追従誤差を減少することができる。

【0063】このように、本発明は上述実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0064】

【発明の効果】本発明の第1のアライメント方法によれば、撮像手段の観察領域に対してマスクステージを駆動してマスクを斜めに走査することにより、オーブン・ループ制御でマスク上の位置決め用マークの2本の直線状パターンの交点の座標を計測することができる。従って、マスクのアライメントを高速且つ高精度に行える利点がある。

【0065】また、本発明の第2又は第3のアライメント方法によれば、スリットスキャン露光方式のマスクス

テージを用いる際に問題となるマスクの回転誤差に対して、マスクのマスクステージへの載せ直しを行うことによって、マスクのアライメントを高速且つ高精度に行うことができる。また、レチクルステージのアライメント時のストロークを大きくする必要がなくなり、測長手段に対して補正機構を設ける必要もなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の投影露光装置を示す構成図である。

【図2】レチクルローダー系を示す斜視図である。

【図3】(a)はレチクル上のアライメントマークの配置図、(b)は投影光学系の有効視野と共に各領域でのアライメントマーク等を示す配置図、(c)はファインアライメントマーク29A～30Dを示す拡大図である。

【図4】(a)はレチクルの大まかなアライメントを行う場合の説明図、(b)は図1(a)を縮小した図である。

【図5】レチクルの大まかなアライメントを行うときに撮像素子から得られる種々の撮像信号を示す波形図である。

【図6】(a)はウエハ側のステージの平面図、(b)はレチクル側のステージの平面図である。

【図7】(a)はレチクルステージ側のx軸用の干渉計

と移動鏡21xとの間のレーザービームの状態を示す光路図、(b)は図7(a)の状態から移動鏡21xが回転した場合を示す光路図である。

【図8】レチクル12のパターンの描画領域PAがレチクル座標系に対して傾斜している場合に、レチクル微小駆動ステージ11を回転してレチクル12を載せ直す動作の説明に供する図である。

【図9】従来のステッパー用のアライメント系を構成図である。

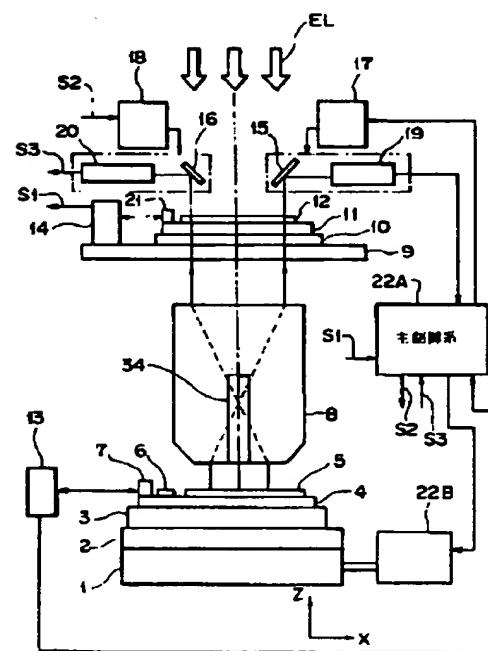
10 【符号の説明】

- 1 2, 6 軸駆動ステージ
- 5 ウエハ
- 6 基準マーク板
- 7 ウエハ側の移動鏡
- 8 投影光学系
- 11 レチクル微小駆動ステージ
- 12 レチクル
- 19, 20 レチクルアライメント顕微鏡 (RA顕微鏡)

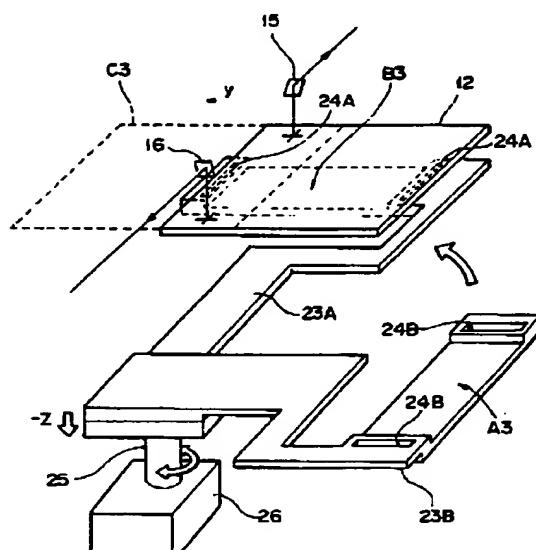
20 21 レチクル側の移動鏡

- 23A, 23B レチクルアーム
- 27, 28 ラフサーチ用アライメントマーク
- 29A～29D, 30A～30D ファインアライメントマーク

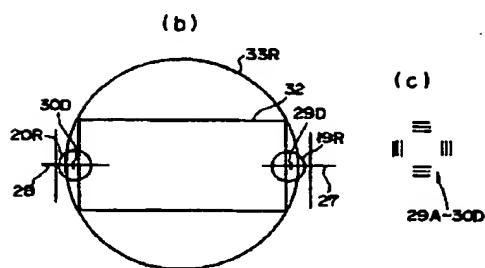
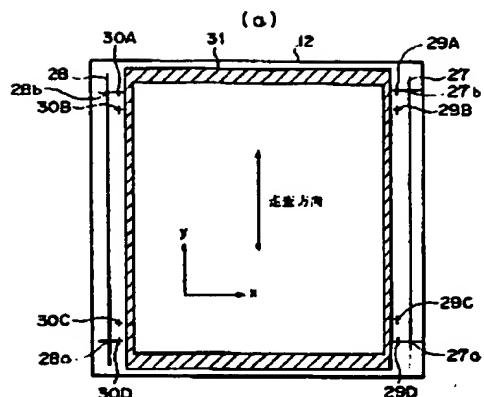
【図1】



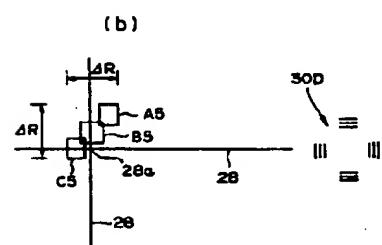
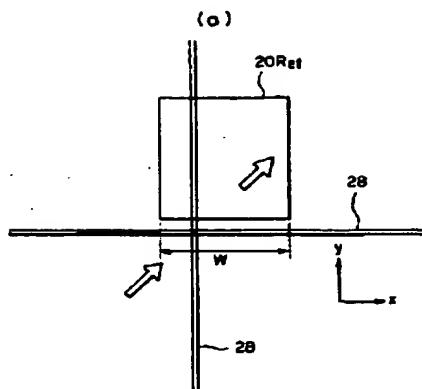
【図2】



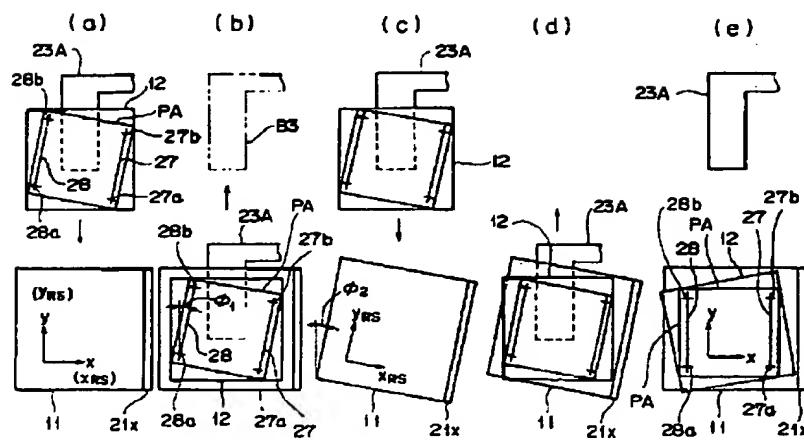
【図3】



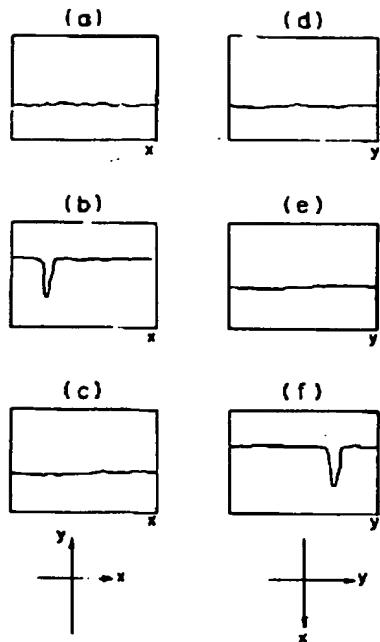
【図4】



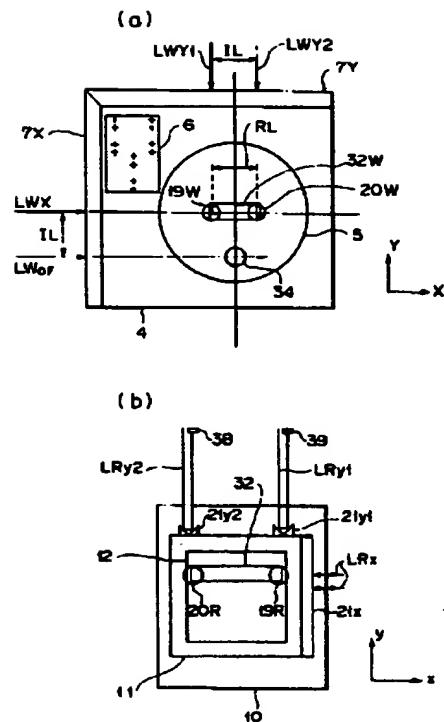
【図8】



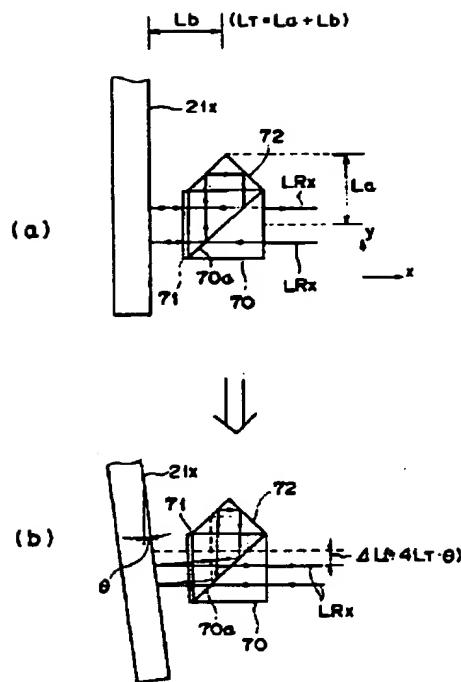
【図5】



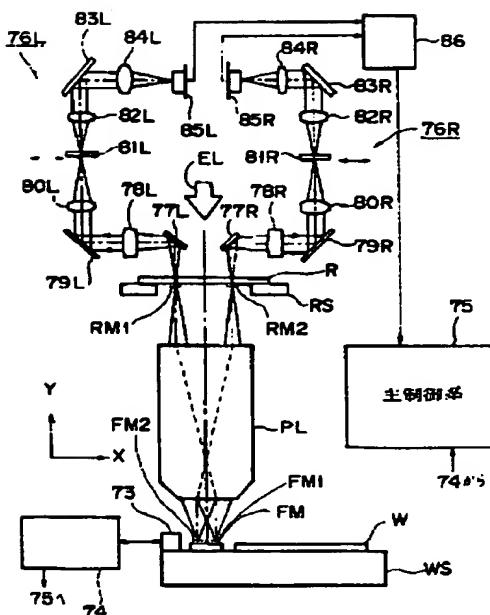
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. 3
G 11 B 5/31識別記号 庁内整理番号
M 8947-5D

F I

技術表示箇所